

Influência da secagem na qualidade fisiológica do feijão adzuki

Dieimisson P. Almeida¹, Osvaldo Resende², Udenys C. Mendes¹,
Lílian M. Costa², Paulo C. Corrêa³ & Anísio C. da Rocha¹

¹ Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, Rodovia BR 364 Km 192, Setor Parque Industrial, 3800, Zona Rural, CEP 75801-615, Jataí-GO, Brasil. Caixa Postal 03. E-mail: dieimissonpa@gmail.com; udenys-agro@hotmail.com

² Instituto Federal Goiano, Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, CEP 75901-970, Rio Verde-GO, Brasil. E-mail: osvresende@yahoo.com.br; lilian22moreira@gmail.com; anisiorocha@yahoo.com.br

³ Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Campus Universitário, CEP 36571-000, Viçosa-MG, Brasil. Caixa Postal 270. E-mail: copace@ufv.br

RESUMO

Com o presente trabalho objetivou-se analisar a influência do processo de secagem em diversas condições de ar na qualidade das sementes de feijão adzuki (*Vigna angularis*), as quais foram colhidas com teor de água de 53% (b.u.) e secadas até o teor de 14,7% (b.u.) em secador experimental mantido nas temperaturas controladas de 35, 45, 55, 65 e 75 °C e umidades relativas de 39,0, 26,4, 16,0, 8,9 e 8,4%, respectivamente. Para avaliar a qualidade fisiológica das sementes foram realizadas o teste de germinação, o índice de velocidade de germinação e a condutividade elétrica. O experimento foi montado com cinco tratamentos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão. As temperaturas mais elevadas (65 e 75 °C) do ar de secagem promovem diminuição do tempo de secagem, aumento da taxa de remoção de água e afetam a qualidade fisiológica das sementes; recomenda-se, então, para não haver comprometimento da qualidade das sementes do feijão adzuki, promover sua secagem até a temperatura máxima do ar de 55 °C.

Palavras-chave: análise de sementes, germinação, *Vigna angularis* Willd., vigor

Influence of drying on quality physiological adzuki beans

ABSTRACT

The present work aimed to analyze the influence of the drying process under various conditions of air quality of the seeds. Seeds of adzuki beans (*Vigna angularis* Willd.), which were collected with a water content of 53% (w.b.) and dried to the level of 14.7% (w.b.) in experimental dryer maintained at controlled temperatures of 35, 45, 55, 65 and 75 °C and relative humidity of 39.0, 26.4, 16.0, 8.9 and 8.4%, respectively. Physiological and technological seed quality was evaluated by the germination test, index of germination velocity, electrical conductivity, colorimetric test and cooking time, respectively. The experimental design was completely randomized with five treatments in a completely randomized design with four replications and the data were analyzed by analysis of variance and regression. Higher temperatures (65 and 75 °C) of the drying air further decrease in drying time, increasing the rate of water removal and affect the physiological and technological quality of the seeds. Thus, to avoid compromising quality of adzuki seeds, it is recommended to promote its drying up to 55 °C air temperature.

Key words: seed analysis, germination, *Vigna angularis* Willd., force

Introdução

O feijão é cultivado em quase todos os países de clima tropical e subtropical, razão pela qual assume enorme importância na alimentação humana devido, fundamentalmente, ao seu baixo custo em relação aos produtos de origem animal. Desta forma, trabalhos com feijão continuam sendo prioridade nas pesquisas por se tratar de um alimento rico em proteína, com plena aceitação nos mais diversos hábitos alimentares cujo cultivo se encontra disseminado em todo o país (Mesquita et al., 2007).

O gênero *Vigna* compreende cerca de 160 espécies, das quais somente sete são cultivadas, dentre essas o feijão adzuki (*Vigna angularis* Willd) é produzido principalmente na Ásia (Vieira et al., 1992) e consumido na China, Japão e Coreia. No Brasil ainda não há estatísticas precisas em relação ao número de produtores, produção ou área cultivada com esse tipo de feijão, consumido principalmente nas colônias japonesas, sobretudo na forma de doces e inúmeras iguarias orientais e encontrado com facilidade em supermercados de porte médio ou grande, cujo preço é bem superior ao do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). O feijão adzuki é bem adaptado a clima quente e seco, sendo sensível a baixas temperaturas principalmente no início do florescimento, cuja temperatura ótima é entre 24-26 °C (Lumpkin & McClary, 1994).

Para o aproveitamento ideal e manutenção da qualidade das sementes durante a colheita a secagem deveria ser realizada no momento da maturidade fisiológica das mesmas; no entanto, neste estágio as sementes estão com alto teor de água, o que as torna sujeitas a danos mecânicos nas demais operações, durante o processamento (Andrade et al., 2006).

Para um armazenamento adequado parte da água contida na semente após a colheita precisa ser removida; para isto, a secagem é a etapa, dentro do processamento de sementes, que removerá o excesso de água de forma a propiciar condições adequadas para o beneficiamento, armazenamento e comercialização (Andrade et al., 2006), pois ao diminuir o teor de água do produto, reduz o risco de infestação por micro-organismos e a ocorrência de reações enzimáticas, preservando-lhes a qualidade e assegurando, ainda, o poder germinativo. Desta forma é devido ao teor de água elevado por ocasião da colheita, a secagem constitui uma das operações de primordial importância entre as técnicas envolvidas na conservação da qualidade desejável de produtos de origem vegetal (Ribeiro et al., 2005).

A secagem de produtos agrícolas consiste na remoção da umidade excessiva contida no interior do produto por meio de evaporação, geralmente causada por convecção forçada de ar aquecido, de modo a permitir a manutenção de sua qualidade durante o armazenamento, por um longo período (Afonso Júnior & Corrêa, 1999). De acordo com Hall (1980) o fenômeno de redução do teor de água do produto envolve, simultaneamente, a transferência de calor e a massa, que podem alterar, de forma substancial, sua qualidade, dependendo do método e das condições de secagem.

Na secagem artificial ao mesmo tempo em que o ar fornece calor ao sistema também absorve água do produto na forma de vapor e as sementes, sendo higroscópicas, sofrem variações no seu teor de água de acordo com as condições do ambiente

visto que, quando entram em contato com o ar, realizam trocas até que sua pressão de vapor e temperatura tenham valores semelhantes atingindo níveis de equilíbrio energético, hídrico e térmico. Entretanto, a temperatura do ar de secagem deve ser controlada dentro de certos limites evitando-se, assim, prováveis danos físico-químicos e biológicos às sementes (Elias, 2002).

Diante do exposto objetivou-se, neste trabalho, avaliar a influência do processo de secagem sob diferentes temperaturas do ar na qualidade fisiológica das sementes de feijão adzuki.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Pós-colheita de Produtos Vegetais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, GO (IF Goiano - Câmpus Rio Verde). Para a condução do experimento foram utilizadas sementes de feijão adzuki das safras de verão de 2008/2009 de uma área experimental do IF Goiano - Campus Rio Verde, município de Rio Verde, GO, colhidas manualmente com teor de água de aproximadamente 53% (b.u.).

O teor de água das sementes do feijão foi determinado utilizando-se o método de estufa a 105 ± 3 °C, durante 24h (Brasil, 2009).

A secagem das sementes do feijão adzuki foi realizada em secador experimental mantido nas temperaturas controladas de 35, 45, 55, 65 e 75 °C e umidades relativas de 39,0, 26,4, 16,0, 8,9 e 8,4%, respectivamente. No interior do secador foram colocadas bandejas removíveis de alumínio, cada uma contendo, inicialmente 0,35 kg de feijão, em quatro repetições. Durante o processo de secagem as amostras foram pesadas periodicamente, até o teor de água final da secagem de 14,7% (b.u.), o qual está próximo ao máximo recomendado para comercialização do feijão que, segundo a Instrução Normativa nº 12 (Brasil, 2008) é de 14,0% (b.u.); a temperatura e a umidade relativa do ar de secagem foram monitoradas por meio de um psicrômetro instalado no interior do secador; para a qualidade fisiológica das sementes as amostras foram avaliadas quanto à porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e condutividade elétrica.

O teste de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 30 sementes de cada lote, em rolos de papel toalha tipo "Germitest", em germinador tipo "Mangelsdorf" regulado na temperatura de 25 ± 2 °C, conforme recomendação da Regras para Análise de Sementes para *Vigna angularis* (Brasil, 2009), com adaptações. A quantidade de água adicionada foi equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco, visando ao umedecimento adequado e, conseqüentemente, à uniformização do teste. Aos quatro e dez dias após sementeira foram anotadas as sementes germinadas e se computou a porcentagem média de germinação (Brasil, 2009); para determinação do índice de velocidade de germinação foram efetuadas contagens diárias, dos quatro aos 29 dias depois da sementeira, cujo cálculo foi pela fórmula de Maguire (1962).

O teste de condutividade elétrica (CE) foi realizado segundo metodologia descrita por Vieira & Krzyzanowski (1999), com quatro subamostras de 50 sementes de cada tratamento, pesadas em balança com resolução de 0,01 g; as

amostras foram colocadas para embeber em copos plásticos com 75 mL de água deionizada e mantidas em câmara de germinação tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) com temperatura controlada a 25 °C, durante 24 horas. As soluções contendo as sementes foram levemente agitadas para uniformização dos lixiviados e imediatamente se procedeu à leitura em condutivímetro digital portátil modelo CD-850, sendo os resultados divididos pela massa das 50 sementes e expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de sementes.

O experimento foi montado com cinco tratamentos (temperaturas de secagem de 35, 45, 55, 65 e 75 °C) em delineamento inteiramente casualizado, em quatro repetições, cujos dados foram submetidos à análise de variância e regressão e os modelos foram selecionados considerando-se o coeficiente de determinação (R^2) e a significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste de “t” a nível de 5% de probabilidade e no conhecimento da evolução do fenômeno biológico.

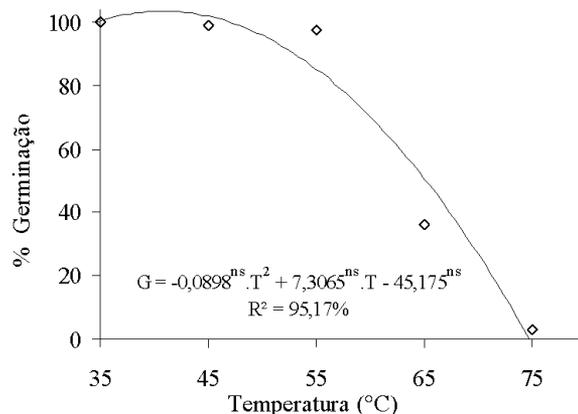
Resultados e Discussão

O tempo necessário para que as sementes do feijão adzuki atingissem o teor de água de 14,75% (b.u.) foi de 33,5; 15 10,5; 7,5 e 4,5 horas nas temperaturas de 35, 45, 55, 65 e 75 °C, respectivamente. Desta forma, observa-se que o tempo de secagem foi menor para a temperatura de 75 °C comparativamente aos demais tratamentos analisados (35, 45, 55 e 65 °C) evidenciando a maior velocidade de retirada de água nesta condição, conforme resultados obtidos por Almeida et al. (2009a) ao secarem sementes da mesma espécie em diversas condições de ar.

Pelos dados da Figura 1 verifica-se que as porcentagens médias de sementes germinadas foram de 100, 99, 98, 36 e 3% nas temperaturas de secagem de 35, 45, 55, 65, e 75 °C e umidades relativas de 39,0; 26,4; 16,0; 8,9 e 8,4%, respectivamente; ainda se constata que, quando se utilizaram as temperaturas de 65 e 75 °C houve uma porcentagem menor de germinação das sementes quando comparada com a das demais temperaturas de secagem avaliadas.

Os valores médios do índice de velocidade de germinação (IVG) foram de 13,0; 13,3; 12,1; 3,7 e 0,3 nas temperaturas de secagem de 35, 45, 55, 65, e 75 °C, respectivamente (Figura 2). Desta forma, a velocidade de germinação foi menor quando as sementes foram secadas a 65 e 75 °C, comparativamente aos demais tratamentos analisados (35, 45 e 55 °C) sugerindo que as temperaturas mais elevadas promoveram maiores danificações nas membranas celulares das sementes.

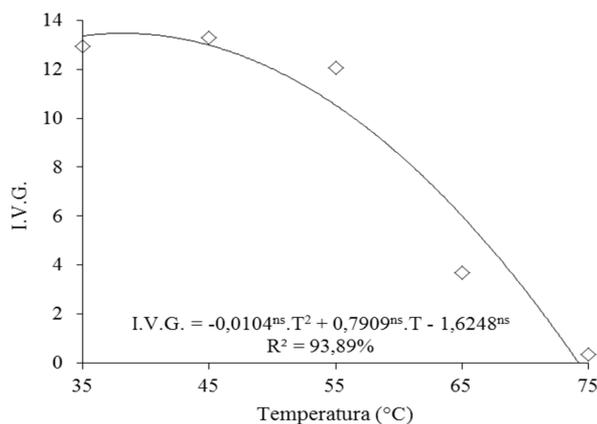
Nas temperaturas de secagem de 65 e 75 °C a qualidade fisiológica das sementes, determinada pela porcentagem e velocidade de germinação, foi significativamente afetada a essas temperaturas, as reduções na porcentagem de germinação foram de 63,5 e 97,0 %; 62,9 e 96,4 %; 61,5 e 94,9% e no IVG foram de 9,3 e 12,6; 9,6 e 13,0; 8,4 e 11,7 em relação às temperaturas de 35, 45 e 55 °C, respectivamente. É provável que o elevado teor de água inicial das sementes de 53% (b.u.) quando reduzido para 14,7 % (b.u.), tenha influenciado na porcentagem e velocidade de germinação das sementes de feijão submetidas à secagem de 65 e 75 °C, evidenciando



^{ns} Não significativo a 5% pelo teste t

Figura 1. Germinação de sementes de feijão adzuki em função de diferentes temperaturas de secagem

os maiores danos ocasionados nas membranas das células das sementes nessas condições, corroborando com Almeida et al. (2009b), na secagem de sementes de feijão adzuki nas temperaturas de 60 e 70 °C, com teor de água inicial de 53% e reduzido até 10,5% (b.u.). No entanto, Silva et al. (2007) observaram, na secagem de sementes de soja com temperatura de até 45 °C, que a redução do teor de água de 50% (b.u.) até 20% (b.u.) não causou prejuízo à germinação.



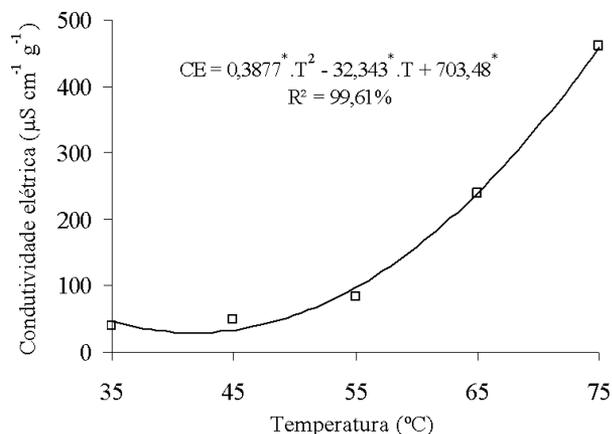
^{ns} Não significativo a 5% pelo teste t

Figura 2. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de feijão adzuki em função de diferentes temperaturas de secagem

Os dados médios da condutividade elétrica aumentaram quadraticamente com a elevação da temperatura de secagem, com magnitudes de 40; 16; 50,1; 84,4; 239,9 e 460,7 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, respectivamente, nas temperaturas de 35, 45, 55, 65 e 75 °C. Resultados semelhantes foram observados por Borém et al. (2008), ao verificarem que o aumento da temperatura de secagem causa danos ao sistema de membranas das células de grãos de café aumentando a condutividade elétrica do exsudado dos grãos.

Verifica-se, então, que o valor médio da condutividade elétrica, conforme esperado, foi maior nas sementes submetidas a temperaturas de 65 e 75 °C em comparação com os demais tratamentos (Figura 3). Condições em que se evidenciaram maiores danos mecânicos nas sementes uma vez que, com o aumento da temperatura de secagem, ocorre maior agressividade na remoção de água do seu interior, ocasionando microfissuras em nível celular.

Os valores médios de condutividade elétrica foram influenciados pela temperatura de secagem verificando-se uma diferença maior entre os tratamentos de 35 e 75 °C, o que se assemelha aos resultados obtidos por Silva et al. (2007), Almeida et al. (2009c) e Andrade et al. (1999), quando secaram sementes de feijão adzuki, soja e feijão comum variedade Ouro Negro-1992, em diferentes temperaturas. Desta forma, tem-se percebido que a condutividade elétrica tem proporcionado resultados satisfatórios em vários trabalhos com o propósito de avaliar os danos mecânicos ocasionados nas sementes de feijão como, por exemplo, nas cultivares Carioca (Aragão et al., 2002) e IAPAR 44 (Santos et al., 2003).



*Significativo a 5% pelo teste t

Figura 3. Condutividade elétrica de sementes de feijão adzuki em função de diferentes temperaturas de secagem

Conclusões

As temperaturas do ar de 65 e 75 °C afetam negativamente a qualidade fisiológica das sementes de feijão adzuki haja vista que reduzem a porcentagem e o índice de velocidade de germinação;

A secagem deve ser realizada com temperatura máxima do ar de 55 °C.

Agradecimentos

Ao CNPq e à CAPES, pelo apoio financeiro indispensável à execução do presente trabalho.

Literatura Citada

- Afonso Júnior, P. C.; Corrêa, P. C. Comparação de modelos matemáticos para descrição da cinética de secagem em camada fina de sementes de feijão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.3, p.349-353, 1999. <<http://www.agriambi.com.br/revista/v3n3/349.pdf>>. 13 Jan. 2012.
- Almeida, D. P.; Resende, O.; Costa, L. M.; Mendes, U. C. Avaliação tecnológica de sementes de feijão adzuki (*Vigna angularis*), sob várias condições de secagem. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 38., 2009b, Juazeiro (BA)/Petrolina (PE). Anais. Juazeiro (BA)/Petrolina (PE): SBEA, 2009b. CD Rom.
- Almeida, D. P.; Resende, O.; Costa, L. M.; Mendes, U. C.; Sales, J. F. Cinética de secagem do feijão adzuki (*Vigna angularis*). *Global Science and Technology*, v.2, n.1, p.72-83, 2009a. <<http://rioverde.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/26>>. 13 Jan. 2012.
- Almeida, D. P.; Resende, O.; Sales, J. F.; Costa, L. M.; Mendes, U. C. Influência da secagem na germinação de sementes de feijão adzuki (*Vigna angularis*). In: Congresso de Iniciação Científica do IFGoiano - Câmpus Rio Verde, 3., 2009, Rio Verde. Anais... Rio Verde: IFGoiano, 2009c. CD Rom.
- Andrade, E. T.; Corrêa, P. C.; Martins, J. H.; Alvarenga, E. M. Avaliação de dano mecânico em sementes de feijão por meio de condutividade elétrica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.1, p.54-60, 1999. <<http://www.agriambi.com.br/revista/v3n1/054.pdf>>. 13 Jan. 2012.
- Andrade, E. T.; Correa, P. C.; Teixeira, L. P.; Pereira, R. G.; Calomeni, J. F. Cinética de secagem e qualidade de sementes de feijão. *Engvista*, v.8, n.2, p.83-95, 2006. Acesso: <http://www.uff.br/engvista/2_8Engvista3.pdf>. 22 Jul. 2012.
- Aragão, C. A.; Dantas, B. F.; Alves, E.; Corrêa, M. R. Sementes de feijão submetidas a ciclos e períodos de hidratação-secagem. *Scientia Agrícola*, v.59, n.1, p.87-92, 2002. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162002000100013>>. 20 Jan. 2012.
- Borém, F. M.; Marques, E. R.; Alves, E. Ultrastructural analysis damage in parchment Arabica coffee endosperm cells. *Biosystems Engineering*, v.99, n.1, p.62-66, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2007.09.027>>. 20 Jan. 2012.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa n. 12 de 28 de março de 2008. Regulamento Técnico do Feijão. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 31 mar. 2008, Seção 1, p.11.
- Elias, M. C. Armazenamento e conservação de grãos em médias e pequenas escalas. Pelotas, 2002. Pólo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul. UFPEL-FAEM-DCTA, 2002. 218p.
- Hall, C. W. Drying and storage of agricultural crops. Westport: AVI, 1980. 381p.
- Lumpkin, T. A.; McClary, D. C. Azuki bean: botany, production and uses. Cambridge, CAB International, 1994. 268p.
- Maguire, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, n.2, p.176-177, 1962. <<http://dx.doi.org/10.2135/crops.v2n2.176-177>>. 20 Jan. 2012.
- Mesquita, F. R.; Corrêa, A. D.; Abreu, C. M. P.; Lima, R. A. Z.; Abreu, A. F. B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade protéica. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, n.4, p.1114-1121, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000400026>>. 18 Jan. 2012.
- Ribeiro, D. M.; Corrêa, P. C.; Rodrigues, D. H.; Goneli, A. L. D. Análise da variação das propriedades físicas dos grãos de soja durante o processo de secagem. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.25, n.3, p.611-617, 2005. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612005000300035>>. 20 Jan. 2012.

- Santos, C. M. R.; Menezes, N. L.; Villela, F. A. Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de feijão. *Revista Brasileira de Sementes*, v.25, n.2, p.28-35, 2003. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222003000400005>>. 15 Jan. 2012.
- Silva, P. A.; Diniz, K. A.; Oliveira, J. A.; Pinho, E. V. R. V. Análise fisiológica e ultra-estrutural durante o desenvolvimento e a secagem de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, n.2, p.15-22, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222007000200003>>. 20 Jan. 2012.
- Vieira, R. F.; Vieira, C.; Andrade, G. A. Comparações agronômicas de feijões dos gêneros *Vigna* e *Phaseolus* com o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.27, n.6, p.841-850, 1992. <http://webnotes.sct.embrapa.br/pdf/pab1992/junho/pab07_jun_92.pdf>. 24 Set. 2012.
- Vieira, R. D.; Krzyzanowski, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina, PR: ABRATES, 1999. Cap.4, p.1-26.